

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 2 月 28 日 (28.02.2002)

PCT

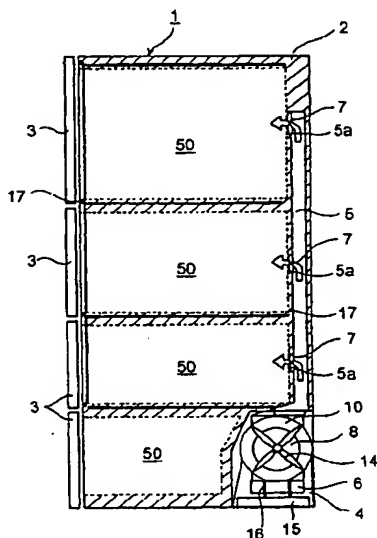
(10) 国際公開番号  
WO 02/16842 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F25D 11/00 千 545-0013 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06993
- (22) 国際出願日: 2001 年 8 月 13 日 (13.08.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-250854 2000 年 8 月 22 日 (22.08.2000) JP  
特願2001-47143 2001 年 2 月 22 日 (22.02.2001) JP
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 陳 煒 (CHEN, Wei) [CN/JP]; 千 631-0816 奈良県奈良市西大寺本町 2-16-606 Nara (JP). 増田雅昭 (MASUDA, Masaaki) [JP/JP]; 千 636-0303 奈良県磯城郡田原本町保津 96 Nara (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 佐野静夫 (SANO, Shizuo); 千 540-0032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; (81) 指定国 (国内): BR, CA, CN, IL, IN, KR, RU, US.

[続葉有]

(54) Title: STIRLING REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: スターリング冷蔵庫



(57) Abstract: A stirling refrigerator, wherein a waste heat discharged from the radiating part of a stirling refrigerating machine is transferred to the refrigerator through an antifrost heat pipe to heat the opening side of the refrigerator, whereby dew formation on the opening side of the refrigerator where frost is liable to be adhered by the opening and closing of the door of the refrigerator can be effectively eliminated with a saved energy and a load on a heat exchanger for radiation installed on the radiating part can be reduced.

(57) 要約:

スターリング冷凍機の放熱部から放出される廃熱を露付き防止ヒートパイプを介して搬送して冷蔵庫の開口側を加熱するようにした。これにより、ヒータを用いしないで、扉の開閉等で露の付きやすい冷蔵庫の開口側への結露を効果的、かつ、省エネルギーに解消できるとともに、放熱部に取り付けられた放熱用熱交換器の負荷を軽減できる。

WO 02/16842 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- 1 -

## 明細書

## スターリング冷蔵庫

技術分野

本発明は、スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫に関するものである。

背景技術

現在、家庭用冷蔵庫等ではフロン系の冷媒を循環させる蒸気圧縮式の冷凍サイクルが一般的に使われている。しかしながら、このフロン系冷媒は、大気中に放出されると、分解されずに成層圏に達してオゾン層を破壊する環境問題が指摘されている。このため、従来から広く使用されているフロン系冷媒及び134a等の代替冷媒の生産並びに使用が世界的に規制される傾向にある。

このような背景のもと、逆スターリングサイクルとして既知の熱力学的サイクルの特性が見直され、近年、これを用いるスターリング冷凍システムが注目されている。ところが、スターリング冷凍機の実用例に関して見ると、その大半は冷凍能力が数十ワット以下の比較的小型のスターリング冷蔵庫用のものであり、家庭用又は業務用として最も需要が見込まれる数百ワットレベルの冷凍能力を有するスターリング冷凍機は、まだ実用化の段階には至っていない。

以下、特許公報第2714155号に開示されている従来のスターリング冷蔵庫について説明する。冷蔵庫の冷凍室の背部に形成された冷気の循環のための冷気通路に低温側熱交換器を位置させるとともに、冷蔵庫本体の金属製の表層部に高温側熱交換器を接続させるようにスターリング冷凍機を設けている。

スターリング冷凍機が駆動されると、低温側熱交換器から冷熱が生じ、冷気通路を流通する冷気によって庫内が冷却される。また、冷気通路の奥方に形成されたV字状の放熱路に空冷ファンを設けて、高温側熱交換器に蓄積される熱を積極的に外部に逃がすようにしている。更に、高温側熱交換器の廃熱の一部は、冷蔵庫本体の金属製の表層部を介しても外部に放出されるため、高温側熱交換器の負荷が軽減され、従って放熱効率が向上する。

この従来の冷蔵庫は空気を介して冷熱を顕熱として庫内に直接送出して冷却するシステムである。よって、この従来の顕熱を利用した蒸気圧縮式の冷凍サイクルと同程度の能力を得るためには、熱交換器が大型化して非常にかさばってしまう。従って、この従来の構成では一般家庭用として要求されるシステムのコンパクト化及びコスト削減が困難であった。

まず、一番ネックとなるのは、冷凍システムのコンパクト化である。特に、従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルと同程度の貯蔵空間を確保しようとする、スターリング冷凍機自体の小型化が不可欠である。近年では、スターリング冷凍機の小型化に関する研究が盛んに進められており、スターリング冷凍機の小型化に伴い放熱部や吸熱部が小さくなるとともに、ヘリウム等の作動媒体が充填されたシリンダ内の空間も縮小されることになる。

従って、小型化されたスターリング冷凍機から効率よく大容量の冷熱を得るには、放熱部及び吸熱部に取り付けられる熱交換器の熱交換効率を上げねばならず、そのため、せっかくスターリング冷凍機自体を小型化しても、付属品の熱交換器が大型化してしまい、装置全体としてはあまり小型になっていないという問題があった。

従って、スターリング冷凍機自体の小型化とともに、熱交換器の熱交換効率を維持したまま熱交換器の小型化を図ることが、冷凍システムを省スペースに配設して所望の冷凍能力を得るには極めて重要である。

ところで、従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルを用いた中型の家庭用冷蔵庫では、凝縮器を含めた長さ約 20 m にも及ぶ放熱用の配管が蛇行して引き回されており、この配管内を流通する冷媒の顕熱と凝縮潜熱との両方を利用して外部空間と熱交換を行っている。

それに対し、上記特許公報に開示された従来のスターリング冷蔵庫で提唱する強制空冷方式は、放熱用熱交換器の大きさも非常に大きくなることが考えられ、放熱用熱交換器からの十分な放熱を促進するためには、放熱用熱交換器に送風する冷却風の風量を増大させる必要がある。しかしながら、冷却風量の増大によって、送風ファンの消費電力も増大し、余計な電力の消費でシステム全体の効率が悪化してしまうこととなる。

また、この従来のスターリング冷蔵庫では、スターリング冷凍機の放熱ヘッドを冷蔵庫本体の金属製表面部に接続して、放熱の役割を部分的に担わせ、放熱用熱交換器の熱交換の負荷を軽減しようとしている。しかしながら、本体表面部に使われる金属材料の性質及び放熱時の周辺環境を考えると、その金属製表面部の熱拡散方向での熱抵抗が大きいため、有効な熱交換に寄与できるのは熱源付近、即ち放熱ヘッドの近傍に限られてしまう。従って、金属製表面部の発揮する熱交換能力が極わずかであることから、放熱用熱交換器の負荷の軽減にはそれほど役立たず、放熱用熱交換器の小型化には歯止めかけられていた。

また、冷蔵庫内の密閉性を確保するため扉の庫内側の周縁部には弾力のあるゴム等からなる扉パッキングが設けられているが、扉の開閉等で、庫内の冷気が直接扉パッキン又は外板部に触れる構造となっているため、この部分は他に比べて特に温度が低くなり、外部の空気に含まれる水分が凝縮して露が付きやすい。露が付くと落下して床を濡らしたり、金属部品が錆びる原因となる。

そこで、一般的には、ヒータを露の付きやすい部分に埋設し、この部分をヒータで加熱して露付きを防止するようにしている。しかしながら、露付き防止ヒータを使用することは、冷凍システムの駆動とは関係のない余計な電力を消費することとなり、低価格と省エネが望まれるこれからの家庭用冷蔵庫には不利である。

また、冷蔵庫内の除霜等で生じたドレン水はドレン水回収皿に回収されるが、このドレン水回収皿を定期的に取り出して貯まった水を捨てるのは面倒なので、従来は、凝縮器の熱を利用して強制的にドレン水を蒸発させることによりメンテナンスフリーを実現していた。

一方、逆スターリングサイクルを使用した冷蔵庫においては、蒸気圧縮式の冷凍サイクルの構成要素である凝縮器に相当する部品がないため、一般的にヒータによる加熱でドレン水を排除していた。しかしながら、ヒータを使用することは、余計な電力を消費することとなり、電気代がかさみ不経済であるという問題があった。

#### 発明の開示

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、熱交換器の小型化

が図られ、省エネに有利なスターリング冷蔵庫を提供することを目的とする。更に本発明は、扉パッキン近傍の露付き防止と、ドレン水を回収するドレン水回収皿のメンテナンスフリーを実現できるスターリング冷蔵庫を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため本発明は、外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機とを備えたスターリング冷蔵庫において、

前記放熱部に露付き防止ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、この露付き防止ヒートパイプの他端を前記冷蔵庫の開口側に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記露付き防止ヒートパイプを介して搬送して前記開口側を加熱するようにしたことを特徴とする。

この構成によると、放熱部から放出される廃熱が露付き防止ヒートパイプを介して搬送され、蔵庫の開口側が加熱されるため、この部分への結露の発生が防止される。

そして、前記放熱部の周囲に熱伝導性の良い材料からなる環状体を装着し、この環状体の端面に設けた複数の小孔に前記露付き防止ヒートパイプの一端を挿入して結合することにより、放熱部から放出される廃熱が露付き防止ヒートパイプを介して搬送されやすくなる。

また、外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機と、前記庫内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿とを備えたスターリング冷蔵庫において、

前記放熱部にドレン蒸発用ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、このドレン蒸発用ヒートパイプの他端を前記ドレン水回収皿の上方に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記ドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送して前記ドレン水を加熱するようにしたことを特徴

とする。

この構成によると、放熱部から放出される廃熱がドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送され、冷蔵庫内の除霜等によりドレン皿内に回収されたドレン水が加熱され、ドレン水は蒸発する。

なお、対向する複数枚の平板フィンを前記ドレン蒸発用ヒートパイプに取り付けると、放熱部からの放熱が促進される。この場合、前記複数枚の平板フィンを所定枚数おきに他の平板フィンより長く形成し、前記ドレン水に接するようになると、フィン間を通過する空気の空気抵抗が減少する。更に、平板フィンの表面に、毛管機能を有する溝を設けたり、ブラック処理を施すと、平板フィンの表面にドレン水が吸い上げられ、広い面から蒸発する。

そして、前記放熱部の周囲に熱伝導性の良い材料からなる環状体を装着し、この環状体の端面に設けた複数の小孔に前記ドレン蒸発用ヒートパイプの一端を挿入して結合することにより、放熱部から放出される廃熱がドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送されやすくなる。

また、外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機と、前記庫内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿とを備えたスターリング冷蔵庫において、

なお、複数枚の平板フィンを前記ドレン水回収皿内に配置された前記ドレン蒸発用ヒートパイプに取り付けると、放熱部からの放熱が促進される。

前記放熱部にドレン蒸発用ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、前記ドレン蒸発用ヒートパイプの他端を前記ドレン水回収皿内に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記ドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送して前記ドレン水を加熱するようにしたことを特徴とする。

この場合、前記ドレン水回収皿内に設けた水位検知センサにより前記ドレン水回収皿内にドレン水があるか否かを検知し、その検知結果に基づき、前記放熱用

熱交換器に送風する空冷ファンの風量を制御するようにすることにより、状況に応じて消費電力を抑えた空冷ファンの駆動が可能となる。

或いは、前記ドレン蒸発用ヒートパイプの一端及び他端に設けた温度センサにより、前記ドレン蒸発用ヒートパイプによる上記熱の搬送があるか否かを検知し、その検知結果に基づき、前記放熱部又は放熱用熱交換器に送風する空冷ファンの風量を制御するようにしてもよい。

また本発明は、外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して冷却空間内を冷却するスターリング冷凍機と、前記冷却空間内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿と、前記放熱用熱交換器から放出される熱を利用して前記ドレン水を蒸発させるドレン水蒸発皿と、前記ドレン水回収皿と前記ドレン水蒸発皿との間を接続する配管と、前記ドレン水回収皿内に回収された前記ドレン水を前記配管内を通して前記ドレン水蒸発皿内へ導くポンプとを備えたことを特徴とする。

この構成によると、ドレン水回収皿内に回収されたドレン水は、ポンプによって汲み上げられ、配管を通してドレン水蒸発皿内に導かれる。そして、放熱用熱交換器から放出される熱によって周囲の空気が加熱される。この空気をドレン水蒸発皿内のドレン水に与えることにより、ドレン水が速やかに蒸発される。

この場合、前記配管が部分的に前記放熱部に接触されるように配設すると、配管内を通るドレン水は、放熱部からの排熱の一部を奪って暖められる。

また、前記ドレン水回収皿を密閉する蓋を設けると、ドレン水回収皿内へのゴミの混入が確実に防止される。従って、汲み上げられたドレン水とともにゴミがポンプ内に流入することがないため、ポンプが故障又は誤動作する恐れがなくなる。

そして、毛管機能を有するリブを前記蒸発皿内に設けることにより、ドレン水がリブに沿って吸い上げられ、面積の広いリブの表面から速やかにドレン水が蒸発する。



### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な側面断面図である。
- 図 2 は、その冷蔵庫の背面図である。
- 図 3 は、その冷蔵庫の冷凍ユニットの断面図である。
- 図 4 は、その冷凍ユニットの吸熱用熱交換器の断面図である。
- 図 5 A は、その冷凍ユニットの放熱用熱交換器の正面図である。
- 図 5 B は、その冷凍ユニットの放熱用熱交換器の側面図である。
- 図 6 は、その冷蔵庫の要部拡大断面図である。
- 図 7 は、その冷凍ユニットの空冷ファンの制御機構の一例を説明する模式的な図である。
- 図 8 は、その冷凍ユニットの空冷ファンの制御機構の他の例を説明する模式的な図である。
- 図 9 A は、その冷凍ユニットのウォームヘッドと放熱用熱交換器との間に介在させた熱伝導ベースの正面図である。
- 図 9 B は、その冷凍ユニットのウォームヘッドと放熱用熱交換器との間に介在させた熱伝導ベースの断面図である。
- 図 10 は、本発明の第 2 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な背面断面図である。
- 図 11 は、その冷蔵庫の概略的な側面断面図である。
- 図 12 は、その冷蔵庫に搭載される冷凍システムの断面図である。
- 図 13 は、その冷凍システムの放熱用熱交換器の他の例の平面図である。
- 図 14 は、その冷凍システムの放熱用熱交換器の更に他の例の平面図である。
- 図 15 は、本発明の第 3 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な背面断面図である。
- 図 16 は、その冷蔵庫に配されたドレン水蒸発皿の一例の断面図である。
- 図 17 は、ヒートパイプの動作原理を説明するための断面図である。
- 図 18 は、毛管機能を有する溝を設けた平板フィンの斜視図である。
- 図 19 は、ブラク処理を施した平板フィンの斜視図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の具体的な実施形態を図面を参照しながら説明する。

### <第 1 の実施形態>

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る冷蔵庫の側面断面図であり、図 2 はその冷蔵庫の背面図である。これらの図において、1 は冷蔵庫本体、2 は本体 1 の内箱と外箱との隙間に充填された断熱材、3 は貯蔵室 50 の前面開口部を開閉する断熱扉、4 は後述する冷凍ユニットが配設される機械室である。

冷氣送風ダクト 5 は、貯蔵室 50 の背面に開口形成された開口部 5 a を介して貯蔵室 50 と連通している。冷氣送風ダクト 5 内の開口部 5 a 近傍には、貯蔵室 50 内に冷氣を送出するための冷氣送風ファン 7 が設けられている。また、冷氣送風ファン 7 により貯蔵室 50 を循環した冷氣は、還気送風ダクト 6 から冷氣送風ダクト 5 に戻され、スターリング冷凍機 8 のコールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用熱交換器 12 に送風される。そして、冷熱を回収して冷却された冷氣は、再び冷氣送風ダクト 5 を流通して開口部 5 a から貯蔵室 50 内に導入され、貯蔵室 50 内を冷却する。

冷凍ユニットは、冷蔵庫本体 1 の下部奥方に形成された機械室 4 内に配設されている。その冷凍ユニットは、図 3 に示すように、スターリング冷凍機 8 と、ウォームヘッド 9 に結合された放熱用熱交換器 10 と、コールドヘッド 11 に装着された吸熱用熱交換器 12 と、放熱用熱交換ダクト 13 と、空冷ファン 14 と、ドレン水回収皿 15 とを備えている。そして、ウォームヘッド 9 に露付き防止ヒートパイプ 17 の一端を熱的に結合するとともに、この露付き防止ヒートパイプ 17 の他端を冷蔵庫本体 1 の開口側に導いている。更に、ウォームヘッド 9 にドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の一端を熱的に結合するとともに、このドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の他端をドレン水回収皿 15 内に導いている。

スターリング冷凍機 8 は、シリンダ内に封入されたヘリウム等の作動媒体を膨張空間 27 で急速に膨張させるディスプレーサ 24 と、作動媒体を圧縮空間 28 で急速に圧縮させるピストン 25 と、ピストン 25 を反復運動させるための動力を与えるリニアモータ 26 と、膨張空間 27 に配置された吸熱側内部熱交換器 23 と、圧縮空間 28 に配置された放熱側内部熱交換器 21 と、吸熱側内部熱交換器 23 と放熱側内部熱交換器 21 との間に介在し膨張空間 27 と圧縮空間 28 との間で連通した閉回路を形成させる蓄熱用熱交換器 22 とからなっている。

このようなスターリング冷凍機 8 において、リニアモータ 26 が駆動されると、直列に配置されたディスプレイサ 24 及びピストン 25 が一定の位相差を維持しながら反復運動する。圧縮空間 28 内でピストン 25 により圧縮された作動媒体は、熱を持ち、放熱側内部熱交換器 21、ウォームヘッド 9 を介して放熱用熱交換器 10 から放熱した後、蓄熱用熱交換器 22 を経由して膨張空間 27 内に流入する。膨張空間 27 内でディスプレイサ 24 により膨張された作動媒体は、吸熱側内部熱交換器 23 を通過して圧縮空間 28 側に戻る際に、コールドヘッド 11 を介して吸熱用熱交換器 12 から吸熱することにより、貯蔵室 50（図 1 参照）から還気送風ダクト 6（図 1 参照）を経て戻された還気が冷却される。

コールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用熱交換器 12 は、ベース部 29 とフィン部 30 とからなる。この吸熱用熱交換器 12 は、水の凝固点以下で使われるため、霜付き防止対策としてフィン部 30 のフィンピッチを広げて設けなければならない。更に、冷凍ユニットが設置される機械室 4 内のスペース（特に、高さ方向）の制約があるため、フィン部 30 は高く積み上げることができない。そのため、要求される熱交換性能に応じて放射方向に放熱用熱交換器 12 の伝熱面積を稼ぐのがよい。しかしながら、放射方向にフィン部 30 が大きくなると、中心付近にある冷熱源のコールドヘッド 11 から遠ざかるにつれて熱抵抗が増え、吸熱用熱交換器 12 の外周部付近での熱交換効率が低下してしまうという問題があった。

そこで、図 4 に示すように、良熱伝導性材料で作られたベース部 29 の内部に二酸化炭素やペンタン等の冷媒を封入したヒートパイプ 71 を埋設している。これにより、コールドヘッド 11 から離れた位置にあるフィン部 30 側にもヒートパイプ 71 を介して十分に冷熱が拡散するため、フィン部 30 全体にわたる温度差が減少して所望の熱交換効率が得られる。

一方、ウォームヘッド 9 に接続された放熱用熱交換器 10 は、図 5 A の正面図及び図 5 B の側面図に示すように、均温化用ヒートパイプ 33 を埋設した良熱伝導性材料で作られた環状ベース 31 と、該環状ベース 31 に取り付けられたコルゲートフィンやルーバフィンや平板フィン等の高い熱伝導性能を有するフィン 32 とにより環状に形成されており、ウォームヘッド 9 の一端部を先端として軸方

向に吸熱用熱交換器 12 から遠ざかるように長く延びて設けられている。これにより、放熱用熱交換器 10 の伝熱面積を放射方向に広くとれるため、上述した吸熱用熱交換器 12 のコンパクト化と相俟って、スターリング冷凍ユニットの冷却性能を維持したまま、機械室 4 内に省スペースに配置できる。

ところで、冷蔵庫 1 の内部の空気は、冷凍室においては  $-20^{\circ}\text{C}$  以下に、冷蔵室においては  $10^{\circ}\text{C}$  以下の低温に冷やされている。従って、庫内の冷氣 40 の漏れを防止して低温を維持するため、図 6 に示すように、断熱扉 3 の内側の周縁部には、断熱扉 3 を閉じた状態において、冷蔵庫 1 の開口側に配された外板部 42 と密着する扉パッキング 41 が設けられている。扉パッキング 41 の周辺は、断熱扉 3 の開閉動作等によって、冷氣 40 が直接扉パッキング 41 又は外板部 42 に触れる構造になっているため、この部分は他に比べて特に温度が低くなり、外部の空気中の水分が凝縮して露が付きやすくなる。付いた露は、自重で流下して床を濡らしたり、錆の原因にもなる。

一般的な冷蔵庫では露付き防止のため、扉パッキング 41 と接する外板部 42 にヒータを配設し、この部分の温度を上昇させて外部の温度に近づけるようにしている。しかしながら、このような露付き防止ヒータを使用すると、そのための電力を余分に消費してしまい省エネに不利であるという欠点がある。

そこで、図 1 ～図 3 に示すように、露つき防止ヒートパイプの一端部（吸熱蒸発部）をウォームヘッド 9 の端面に設けた小孔に挿入して結合するとともに、冷蔵庫 1 の開口側の断熱材 2 に露付き防止ヒートパイプ 17 の他端部（放熱凝縮部）側を縦横無尽に引き回して設ける。この実施の形態では、図 6 に示すように、扉パッキング 41 と接する外板部 42 の近傍に露付き防止ヒートパイプを埋設している。

これにより、この露付き防止ヒートパイプ 17 を介して、スターリング冷凍機のウォームヘッド 9 からの廃熱の一部が扉パッキング 41 の周辺に搬送し、扉パッキング 41 の周辺部を加熱することにより、この部分への露付きが防止される。従って、本発明によると、露付き防止のために電気的なヒータを使用しなくて済むため、その分、省エネが図られる。

また、露付き防止ヒートパイプ 17 を利用して、冷蔵庫内から漏れた冷熱を吸

収するとともに、露付き防止ヒートパイプ 17 と接触している外板部 42 を介してウォームヘッド 9 と外部空間との間で熱交換が行われる。これによって、放熱用熱交換器 10 の負荷が軽減できるため、放熱用熱交換器 10 を小型化することができる。なお、上記の露付き防止ヒートパイプ 17 の代わりに、サーモサイフォンを用いることも可能である。

冷蔵庫の内部や吸熱用熱交換器 12 の除霜等により生じたドレン水は、冷蔵庫 1 の下部に設けたドレン水回収皿 15 内に集めれる。従って、ドレン水回収皿 15 内に回収されたドレン水が溢れないように、定期的にドレン水を排除しなければならない。従来からある蒸気圧縮式の冷凍サイクルを利用する冷蔵庫では、凝縮器で冷媒を凝縮して液化させる際に放出される熱を用いてドレン水を蒸発させていた。これによると、ドレン水回収皿 15 を定期的に取り出して貯まったドレン水を捨てるメンテナンスの手間が省略される。一方、逆スターリングサイクルを利用するスターリング冷凍機 8 では、凝縮器に相当する部品が存在しないため、凝縮器の熱ではドレン水の除去はできない。

そこで、図 2 及び図 3 に示すように、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の一端部（吸熱蒸発部）をスターリング冷凍機 8 のウォームヘッド 9 の端面に設けた小孔に挿入して結合するとともに、冷蔵庫 1 の機械室 4 の内部下方に配設されたドレン水回収皿 15 内にドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の他端部（放熱凝縮部）側がドレン水回収皿 15 の内部に位置するように設けている。

これにより、ウォームヘッド 9 からの廃熱の一部がドレン蒸発用ヒートパイプ 16 によりドレン水に与えられ、ドレン水の蒸発が促進される。また、上記のドレン蒸発用ヒートパイプ 16 を良熱伝導材料で作られたドレン水回収皿 15 の底部に密着させて、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 により搬送されたウォームヘッド 9 からの熱の一部がドレン水回収皿 15 を介してドレン水に与えられる。このようすることで、ドレン水に熱を供給する有効伝熱面積が増大するため、効率よくドレン水を蒸発させることができる。

従って、ドレン水回収皿 15 に溜まる前にドレン水が速やかに蒸発するため、溢れる心配がなくなるとともに、ドレン水回収皿 15 のメンテナンスフリーが実現できる。また、スターリング冷凍機 8 のウォームヘッド 9 からの廃熱の一部を

ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 を介してドレン水の蒸発促進のために供給するため、放熱用熱交換器 10 の放熱負荷を軽減できる。そして、軽減された放熱量分に応じて、放熱用熱交換器 10 に送風する冷却風量を少なくすることができ、これにより、空冷ファン 14 の出力を下げ、回転数を落とすことができる。従って、空冷ファン 14 の消費電力を抑えることができ、省エネが図られる。

しかしながら、ドレン水回収皿 15 内には、冷蔵庫 1 の除湿運転等に伴って断続的にドレン水が蓄えられるため、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 は冷蔵庫内の除湿処理後等、ドレン水回収皿 15 の中にドレン水がある程度回収されているときにのみ、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 は能力を発揮することができる。そこで、本発明では、図 7 に示すように、ドレン水回収皿 15 の中に水位検知センサ 61 を設け、該水位検知センサ 61 からの信号に基づき電源制御回路 62 で空冷ファン 14 の回転数の制御を行うようにする。

即ち、水位検知センサ 61 によりドレン水回収皿 15 内にドレン水があるときは、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 による廃熱の搬送でドレン水の蒸発効果が高いので、電源制御回路 62 により空冷ファン 14 への入力電圧が落とされる。逆に、ドレン水回収皿 15 内のドレン水が空になっているときは、蒸発させるドレン水がないので、放熱用熱交換器 10 からの放熱を促進するため空冷ファン 14 を定格の回転数で回転させる。

また、上記の水位検知センサ 61 に代えて、図 8 に示すように、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の両端の吸熱蒸発部及び放熱凝縮部に熱電対等の温度センサ 63、63 を設け、その検知結果を電源制御回路 62 に入力し、その情報に基づき電源制御回路 62 によりドレン蒸発用ヒートパイプ 16 が動作しているかどうかを判断し、空冷ファン 14 の回転数を制御する。

また、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 を良熱伝導材料で作られたドレン水回収皿 15 に密接させた場合は、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 により搬送された熱がドレン水回収皿 15 を介してドレン水に与えられる。これにより、ドレン水に熱を供給できる面積が増大するため、効率よく速やかにドレン水を蒸発させることができる。

更に、ドレン水回収皿 15 内に位置するドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の放熱

凝縮部側に複数枚の吸水機能を有する平板フィン 3 4 を対向して設けてもよい。これによると、平板フィン 3 4 によって、ドレン水に対する有効伝熱面積が増大し、ドレン水の蒸発を促進できる。この場合、ドレン水の水面が平板フィン 3 4 の低い位置にあるときでも、平板フィン 3 4 の表面に沿って吸水される。そのため、平板フィン 3 4 の表面全体が濡れ、常に広い蒸発面積を確保できる。更には、伝熱部分がドレン水回収皿 1 5 のみの場合より広い伝熱面積が保持できるので、ドレン水回収皿 1 5 に良熱伝導材料を必ずしも使用しなくてもよくなる。

上記の露付き防止ヒートパイプ 1 7 及びドレン蒸発用ヒートパイプ 1 6 の一端部は、ウォームヘッド 9 の端面に接着等により固定したり、又はあらかじめウォームヘッド 9 の端面に設けた小孔に挿入することにより、ウォームヘッド 9 に結合している。ウォームヘッド 9 の端面にヒートパイプ 1 6, 1 7 を設けるスペースが十分に確保できないとき、又はヒートパイプ 1 6, 1 7 の連結部をユニット化したいときは、図 9 A の正面図及び図 9 B の断面図に示すように、ウォームヘッド 9 の外径と略等しい内径に選ばれた環状の熱伝導ベース 5 1 をウォームヘッド 9 の外周部に装着し、ヒートパイプ 1 6, 1 7 の一端部を該熱伝導ベース 5 1 の端面の円周方向に沿って設けた複数の小孔に挿入するとよい。

これにより、ドレン蒸発用ヒートパイプ 1 6 又は露付き防止ヒートパイプ 1 7 とウォームヘッド 9 との結合が容易となり、ウォームヘッド 9 からの廃熱を放熱用熱交換器 1 0 に伝達して効率よく放出できるようになる。

ところで、ウォームヘッド 9 がドレン水回収皿 1 5 より高い位置にある場合においては、ドレン蒸発用ヒートパイプ 1 6 はトップヒートとなるため、長さによっては機能が極端に低下したり、完全に失われてしまうという問題がある。

ドレン蒸発用ヒートパイプ 1 6 のモデルを図 1 7 の断面図に示してその動作原理について説明する。ドレン蒸発用ヒートパイプ 1 6 は、密閉された筒状の容器 1 0 0 内に冷媒が封入されたものであり、この容器 1 0 0 の一端部 1 0 0 a (以下、「蒸発部」という) を加熱すると内部の冷媒が蒸発し、この冷媒蒸気が冷却された他端部 1 0 0 b (以下、「凝縮部」という) 側に移動する。凝縮部 1 0 0 b に達した冷媒は、凝縮して液体となり、容器 1 0 0 の内壁に配されたウィック 1 2 7 の毛細管作用によって蒸発部 1 0 0 a 側に戻る。

このドレン蒸発用ヒートパイプ 16 が正常に動作するための条件は、式 (1) に示すように、ウィック 127 の毛管作用によって吸い上げ得る最大水頭 ( $\Delta P_{max}$ ) が、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 内の全圧力降下より大きいことである。

$$\Delta P_{max} > \Delta P_l + \Delta P_v + \Delta P_g \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $\Delta P_l$  は液体冷媒の圧力降下、 $\Delta P_v$  は気体冷媒の圧力降下、 $\Delta P_g$  は位置水頭 (重力による圧力降下) である。なお、 $\Delta P_g$  は、液体冷媒の密度  $\rho_l$ 、重力加速度  $g$ 、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の全長  $l$  及びドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の配置角度  $\phi$  (凝縮部 100a から蒸発部 100b へ向かう直線が水平方向となす角、 $-90^\circ \sim +90^\circ$ ) によって次の式 (2) で与えられる。

$$\Delta P_g = \rho_l \times g \times l \times \sin \phi \cdots \cdots (2)$$

従って、図示の如く、蒸発部 100a が凝縮部 100b よりも上方に位置するトップヒート ( $\phi > 0$ ) となる場合、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の全長  $l$  に比例して位置水頭  $\Delta P_g$  が大きくなるため、上記式 1 の関係が成立しなくなると、蒸発部 100a でウィック 127 が乾燥し、ドレン蒸発用ヒートパイプ 16 の機能が著しく低下したり、完全に失われてしまう恐れがある。そのため、スターリング冷凍機の配設位置 (高さ) が制限されてしまうという問題があった。

#### < 第 2 の実施形態 >

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な背面断面図であり、図 11 はその冷蔵庫の概略的な側面断面図であり、そして図 12 は冷凍ユニットの断面図である。これらの図において、1 は冷蔵庫本体、2 は本体 1 の内箱と外箱との隙間に充填された断熱材、3 は貯蔵室 50 の前面開口部を開閉する断熱扉、4 は後述する冷凍ユニットが配設される機械室である。

冷氣送風ダクト 5 は、貯蔵室 50 の背面に開口形成された開口部 5a を介して貯蔵室 50 と連通している。冷氣送風ダクト 5 内の開口部 5a 近傍には、貯蔵室 50 内に冷氣を送出するための冷氣送風ファン 7 が設けられている。冷氣送風ファン 7 により貯蔵室 50 を循環した冷氣は、還気送風ダクト 6 から冷氣送風ダクト 5 内に戻され、スターリング冷凍機 8 のコールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用熱交換器 12 を通過する。これにより、熱が吸熱され低温となった冷氣は、再び冷氣送風ダクト 5 内を流通して開口部 5a から貯蔵室 50 内に導入され、貯



蔵室 50 内の冷却に寄与する。

冷凍ユニットは、冷蔵庫本体 1 の下部奥方に断熱材 2 により区画形成された機械室 4 内に配設されている。その冷凍ユニットは、図 12 に示すように、スターリング冷凍機 8 と、ウォームヘッド 9 に熱的に結合された放熱用熱交換器 10 a (ヒートパイプ 16 a, 16 b 及び平板フィン 18 からなる) と、コールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用交換器 12 と、空冷ファン 14 a とから構成されている。ヒートパイプ 16 a, 16 b の一端部は、ウォームヘッド 9 と熱的に接触するように埋設されている。なお、ヒートパイプの本数は 2 本に限定されない。

スターリング冷凍機 8 は、シリンダ内に封入されたヘリウム等の作動媒体を膨張空間 27 で急速に膨張させるディスプレイサ 24 と、作動媒体を圧縮空間 28 で急速に圧縮させるピストン 25 と、ピストン 25 を反復運動させるための動力を与えるリニアモータ 26 と、膨張空間 27 に配置された吸熱側内部熱交換器 23 と、圧縮空間 28 に配置された放熱側内部熱交換器 21 と、吸熱側内部熱交換器 23 と放熱側内部熱交換器 21 との間に介在し膨張空間 27 と圧縮空間 28 との間で連通した閉回路を形成させる蓄熱用熱交換器 22 とからなっている。

このようなスターリング冷凍機 8 において、リニアモータ 26 が駆動されると、直列に配置されたディスプレイサ 24 及びピストン 25 が一定の位相差 (一般に約  $90^{\circ}$ ) を維持しながら反復運動する。これにより、圧縮空間 28 内でピストン 25 により圧縮された作動媒体は加熱され、放熱側内部熱交換器 21、ウォームヘッド 9 及びヒートパイプ 16 a, 16 b を介して平板フィン 18 から放熱するとともに、蓄熱用熱交換器 22 に熱を渡して膨張空間 27 内に流入する。

膨張空間 27 内でディスプレイサ 24 により膨張された作動媒体は冷却され、吸熱側内部熱交換器 23、コールドヘッド 11 を介して吸熱用熱交換器 12 から吸熱する。そして、作動媒体は、蓄熱用熱交換器 22 を通過する際に熱を受け取って予熱された状態で圧縮空間 28 内に戻る。以上のような一連のサイクルが繰り返されることによって、冷氣送風ダクト 5 (図 10 参照) 内に臨む吸熱用熱交換器 12 から熱が吸熱されて冷氣が得られることとなる。

ところで、吸熱用熱交換器 12 は水の凝固点以下で使用されるため、冷氣送風ダクト 5 内を流通する冷氣に含まれる水分が凝縮して霜が付着するが、霜が付く

とその部分で熱交換効率が低下し、性能が劣化するため、霜の付き具合に応じて除霜する必要がある。除霜によって生じたドレン水は、吸熱用熱交換器 1 2 の下方に設けられた傾斜を有した板状のドレン水収集部材 3 5 の表面を流下し、ドレン水排出経路 1 3 を通過してドレン水回収皿 1 5 内に集められる。このため、ドレン水回収皿 1 5 内に回収されたドレン水が溢れないように、必要に応じてドレン水を除去しなければならない。

そこで、図 1 0 に示すように、ドレン水回収皿 1 5 の上方に、互いに対向する複数の平板フィン 1 8 を、ヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b が略水平方向に貫通するように設けることにより、ウォームヘッド 9 と平板フィン 1 8 とをヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b を介して熱的に結合する。これにより、ヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b 内の冷媒は、高温のウォームヘッド 9 に加熱されて蒸発し、蒸気となって平板フィン 1 8 が装着された他端側に移動して凝縮する。その際、凝縮熱が放出される。

この熱は、広い放熱面積を有する平板フィン 1 8 の表面から略均一に放熱されるが、平板フィン 1 8 と平板フィン 1 8 の間隙には、空冷ファン 1 4 a の回転による風が通過するため、平板フィン 1 8 の表面からの上記放熱が促進される。同時に、この温風はドレン水回収皿 1 5 内のドレン水の表面に吹き付けられ、ドレン水を加熱する。これにより、ドレン水は速やかに蒸発するので、メンテナンスフリーにドレン水を除去できる。

また、本実施形態の構成によると、ヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b の鉛直方向の長さは、ウォームヘッド 9 と平板フィン 1 8 との間の距離を短縮することで短くできるため、位置水頭を低減できる。従って、ヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b 内で凝縮した冷媒を、毛管作用によってウォームヘッド 9 側へ確実に移動させることができるため、ヒートパイプ 1 6 a, 1 6 b の動作不良を防止できる。

また、本実施形態の変形例として、図 1 3 に示すように、ドレン水回収皿 1 5 内のドレン水と部分的に接触するように平板フィン 1 8 の長さを設定することで、ウォームヘッド 9 からの排熱の一部を平板フィン 1 8 を介してドレン水に与えることができる。従って、空冷ファン 1 4 a による温風の吹き付け効果と相俟って、いっそう速やかにドレン水を除去できるようになる。しかも、ドレン水との

熱交換で排熱の一部を放熱できるため、平板フィン 18 へ送風する空冷ファン 14 a への負荷を低減でき、その分の省エネが図られる。

更には、図 14 に示すように、平板フィン 19 を 3 枚おきに他の平板フィン 20 より長く形成し、ドレン水回収皿 15 内のドレン水と接触するようにすることで、フィン間の空気の通路が狭くなることによる空気抵抗の増大が抑えられ、空冷ファン 14 a の騒音を低減できる。この場合、長い平板フィン 19 では、熱抵抗を極力小さくするため、その肉厚を短い平板フィン 20 より厚くするのが望ましい。なお、平板フィン 19 の間隔はランダムであってもよい。

更に、ドレン水と接触する平板フィン 18 の表面に、図 18 のような半円形や V 字型の毛管機能を有する溝 18 a を形成したり、ブラク処理を施すことにより図 19 のような傷 18 b を設けたりして、吸水機能を持たすと、平板フィン 18 の表面からも吸い上げられたドレン水を蒸発させることができる。従って、蒸発面積が拡大されていっそう速やかにドレン水を除去できる。

#### < 第 3 の実施形態 >

図 15 は、本発明の第 3 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な背面断面図である。この図において、図 10 に示す上記第 2 の実施形態に係る冷蔵庫と共通の部材には同一の符号を附し、その詳細な説明を省略する。

冷凍ユニットは、冷蔵庫本体 1 の上部奥方に断熱材 2 により区画形成された機械室 4 内に配設されている。その冷凍ユニットは、図 15 に示すように、スターリング冷凍機 8 と、ウォームヘッド 9 に接続された放熱用熱交換器 10 a (2 本のヒートパイプ 16 a, 16 b 及び平板フィン 18 からなる)、コールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用交換器 12 と、空冷ファン 14 a とから構成されている。ヒートパイプ 16 a, 16 b の一端部は、ウォームヘッド 9 と熱的に接触するように埋設されている。

本体 1 の底部には、蓋 47 によって密閉されたドレン水回収皿 15 が配されている。そして、吸熱用熱交換器 12 の下方には、傾斜を有する板状の部材であるドレン水収集部材 35 が配されており、このドレン水収集部材 35 は断熱材 2 の内部に立設されたドレン水排出管 43 の上端に連結されている。ドレン水排出管 43 の下端はドレン水回収皿 15 の内部に連通しており、ドレン水がドレン水回

収皿 15 内に集められるようになっている。しかしながら、ウォームヘッド 9 はドレン水回収皿 15 よりもかなり高い位置にあるため、この距離の間でヒートパイプを動作させることは困難である。

以下、本実施形態に特徴的な構成を説明する。互いに対向する複数の平板フィン 18 は、略水平方向に貫通するヒートパイプ 16 a, 16 b を介してウォームヘッド 9 と熱的に結合されている。これらの平板フィン 18 の上方には、熱電導性に優れた材料からなるドレン水蒸発皿 44 が配されている。このドレン水蒸発皿 44 は、断熱材 2 の内部を通して機械室 4 の内部に達するように配された配管 45 によってドレン水回収皿 15 と連通接続されている。そして、この配管 45 の途中にはドレン水回収皿 15 内に溜まったドレン水を汲み上げるポンプ 46 が設けられており、該ポンプ 46 とドレン水蒸発皿 44 との間で配管 45 の一部は、図示の如く、ウォームヘッド 9 に巻き付けられている。

以上の構成でスターリング冷凍機 8 が運転されると、上記の原理によってコールドヘッド 11 から熱が吸熱され、該コールドヘッド 11 に取り付けられた吸熱用熱交換器 12 が低温に冷却される。その結果、冷氣送風ダクト 5 内の吸熱用熱交換器 12 の近傍の空気が冷却され、この冷氣が冷氣送風ファン 7 の回転によって貯蔵室 50 内に送り出される。この冷氣は貯蔵室 50 内を循環して冷却した後、還気送風ダクト 6 から冷氣送風ダクト 5 内に戻り、吸熱用熱交換器 12 を通過する際に冷却され、再び貯蔵室 50 内の冷却に寄与することとなる。

ところで、吸熱用熱交換器 12 は水の凝固点以下で使用されるため、冷氣送風ダクト 5 内を流通する冷氣に含まれる水分が凝縮して霜が付着するが、霜が付くとその部分で熱交換効率が低下し、性能が劣化するため、霜の付き具合に応じて除霜する必要がある。除霜によって生じたドレン水は、ドレン水収集部材 35 の表面を流下してドレン水排出管 43 内へと導かれ、このドレン水排出管 43 内を滴下してドレン水回収皿 15 内に集められる。このため、ドレン水回収皿 15 内に回収されたドレン水が溢れないように、必要に応じてドレン水を除去しなければならない。

そこで、ドレン水回収皿 15 内のドレン水の除去が必要になったとき、ポンプ 46 を駆動して配管 45 に沿ってドレン水を汲み上げ、ドレン水蒸発皿 44 内へ

導く。このとき、配管４５のウォームヘッド９に巻き付けられた部分でドレン水は加熱されるため、暖められた状態でドレン水蒸発皿４４内へと導かれることとなる。そして、空冷ファン１４ａの回転により平板フィン１８の間隙を風が通過し、この温風によってドレン水蒸発皿４４は加熱される。これにより、ドレン水蒸発皿４４内のドレン水を速やかに蒸発でき、メンテナンスフリーにドレン水を除去できる。また、ドレン水を汲み上げる構成を備えたことで、自由な高さにスターリング冷凍機を配設できる使い勝手のよい冷蔵庫を提供できる。

しかも、配管４５内を通過するドレン水によってウォームヘッド９からの放熱が促進されるため、空冷ファン１４ａの負荷を軽減でき、その分の省エネが図られる。また、本実施形態の場合、蓋４７によってドレン水回収皿１５は密閉されているため、ドレン水回収皿１５内へのゴミの混入が防止される。従って、ドレン水とともにポンプ４６内にゴミが侵入する恐れが無く、ポンプ４６の故障や誤動作を防止できる。なお、蓋４７に限らず、ドレン水回収皿１５が密閉される構造であれば、同様の効果が得られる。

更には、図１６に示すように、ドレン水蒸発皿４４に、水の拡散性能に優れた材料で作られた溝付きのリップ４８を設けることにより、ドレン水がリップ４８の表面全体に均一になじみ、ドレン水をいっそう速やかに蒸発させることができるようになる。

なお、上記の実施形態では、フリーピストン型スターリング冷凍機を例にして説明したが、フリーピストン方式以外の他の方式のスターリング冷凍機にも本発明の適用は可能である。また、上記の実施形態では冷蔵庫を例として説明したが、スターリング冷凍機を備えた他の冷蔵庫（例えば、冷蔵ショーケース）に対しても本発明を適用することで、同様の効果が得られることはもちろんである。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によると、スターリング冷凍機の放熱部から放出される廃熱を露付き防止ヒートパイプを介して搬送して冷蔵庫の開口側を加熱するようにしたので、ヒータを用いなくて、扉の開閉等で露の付きやすい冷蔵庫の開口側への結露を効果的、かつ、省エネルギーに解消できる。

また、本発明によると、放熱部から放出される廃熱をドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送して、冷蔵庫内の除霜等により生じドレン水回収皿に回収されたドレン水を蒸発させるようにしたので、ヒータを用いなくて、省エネルギーにドレン水の蒸発を行え、ドレン水回収皿のメンテナンスフリーを実現できる。この場合、ドレン蒸発用ヒートパイプの他端に複数のフィンがドレン水に部分的に接触するように配設することにより、ドレン水に熱が奪われ放熱が促進され。従って、空冷ファン等の負荷を軽減でき、その分の省エネが図られる。

また、本発明によると、ドレン水回収皿内に設けた水位検知センサにより、ドレン水回収皿内の水位検知し、その検知結果に基づいて、スターリング冷凍機の放熱部や放熱用熱交換器に送風する空冷ファンの回転数を制御するようにしたので、空冷ファンの消費電力を効果的に抑えることができ、省エネルギーな冷蔵庫を提供できる。

また、本発明によると、ドレン蒸発用ヒートパイプの一端と他端とに設けた温度センサにより、ドレン蒸発用ヒートパイプによる熱の搬送があるか否かを検知し、その検知結果に基づいて、スターリング冷凍機の放熱部や放熱用熱交換器に送風する空冷ファンの回転数を制御するようにしたので、空冷ファンの消費電力を効果的に抑えることができ、省エネルギーな冷蔵庫を提供できる。

また、スターリング冷凍機がスターリング冷蔵庫の上方に配置される場合など、放熱部がドレン水回収皿よりもかなり高い位置にあるときは、ドレン水回収皿内のドレン水を汲み上げ、ドレン水蒸発皿内へ導き放熱部からの排熱を利用して速やかにドレン水を蒸発して、メンテナンスフリーに除去できる。この場合、ドレン水を搬送する配管にスターリング冷凍機の放熱部を部分的に接触させることにより、配管を流れるドレン水に放熱部の熱が奪われ放熱が促進される。従って、空冷ファン等の負荷を軽減でき、その分の省エネが図られる。

そして、ドレン水回収皿に蓋を設けて密閉することにより、ドレン水回収皿内へのゴミの混入が防止される。従って、ドレン水とともにポンプ内にゴミが侵入する恐れが無く、ポンプの故障や誤動作を防止できる。

更に、ドレン水蒸発皿に毛管作用を持たせたリブを設けることにより、ドレン水が吸い上げられ、リブの表面全体に均一になじみ、ドレン水をいっそう速やか

に蒸発させることができるようになる。

## 請求の範囲

1. 外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機とを備えたスターリング冷蔵庫において、

前記放熱部に露付き防止ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、この露付き防止ヒートパイプの他端を前記冷蔵庫の開口側に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記露付き防止ヒートパイプを介して搬送して前記開口側を加熱するようにしたことを特徴とするスターリング冷蔵庫。

2. 請求項1に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記放熱部の周囲に熱伝導性の良い材料からなる環状体を装着し、この環状体の端面に設けた複数の小孔に前記露付き防止ヒートパイプの一端を挿入して結合した。

3. 外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機と、前記庫内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿とを備えたスターリング冷蔵庫において、

前記放熱部にドレン蒸発用ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、このドレン蒸発用ヒートパイプの他端を前記ドレン水回収皿の上方に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記ドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送して前記ドレン水を加熱するようにしたことを特徴とするスターリング冷蔵庫。

4. 請求項3に記載のスターリング冷蔵庫であって、複数枚の平板フィンの前記ドレン蒸発用ヒートパイプに取り付けた。

5. 請求項4に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記複数枚の平板フィンを所定枚数おき他の平板フィンより長く形成し、前記ドレン水に接するようにした。



6. 請求項4に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記複数枚の平板フィンの表面に毛管機能を有する溝を設けた。

7. 請求項4に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記複数枚の平板フィンの表面にブラック処理を施した。

8. 請求項3～7のいずれかに記載のスターリング冷蔵庫であって、前記放熱部の周囲に熱伝導性の良い材料からなる環状体を装着し、この環状体の端面に設けた複数の小孔に前記ドレン蒸発用ヒートパイプの一端を挿入して結合した。

9. 外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進する吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して庫内を冷却するスターリング冷凍機と、前記庫内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿とを備えたスターリング冷蔵庫において、

前記放熱部にドレン蒸発用ヒートパイプの一端を熱的に結合するとともに、前記ドレン蒸発用ヒートパイプの他端を前記ドレン水回収皿内に導き、前記スターリング冷凍機の駆動により前記放熱部から放出される廃熱を前記ドレン蒸発用ヒートパイプを介して搬送して前記ドレン水を加熱するようにしたことを特徴とするスターリング冷蔵庫。

10. 請求項9に記載のスターリング冷蔵庫であって、複数枚の平板フィンを前記ドレン水回収皿内に配置された前記ドレン蒸発用ヒートパイプに取り付けた。

11. 請求項9に記載のスターリング冷蔵庫前であって、前記ドレン水回収皿内に設けた水位検知センサにより前記ドレン水回収皿内にドレン水があるか否かを検知し、その検知結果に基づき、前記放熱用熱交換器に送風する空冷ファンの風量を制御するようにした。

12. 請求項9に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記ドレン蒸発用ヒートパイプの一端及び他端に設けた温度センサにより、前記ドレン蒸発用ヒートパイプによる上記熱の搬送があるか否かを検知し、その検知結果に基づき、前記放熱用熱交換器に送風する空冷ファンの風量を制御するようにした。

13. 外部の空気から熱を吸熱する吸熱部と、該吸熱部からの熱の吸熱を促進す

る吸熱用熱交換器と、外部へ熱を放熱する放熱部と、該放熱部からの熱の放熱を促進する放熱用熱交換器とを有し逆スターリングサイクルにより前記吸熱部から熱を吸熱して冷却空間内を冷却するスターリング冷凍機と、前記庫内や前記吸熱用熱交換器の除霜により生じたドレン水を回収するドレン水回収皿と、前記放熱用熱交換器から放出される熱を利用して前記ドレン水を蒸発させるドレン水蒸発皿と、前記ドレン水回収皿と前記ドレン水蒸発皿との間を接続する配管と、前記ドレン水回収皿内に回収された前記ドレン水を前記配管内を通して前記ドレン水蒸発皿内へ導くポンプとを備えたことを特徴とするスターリング冷蔵庫。

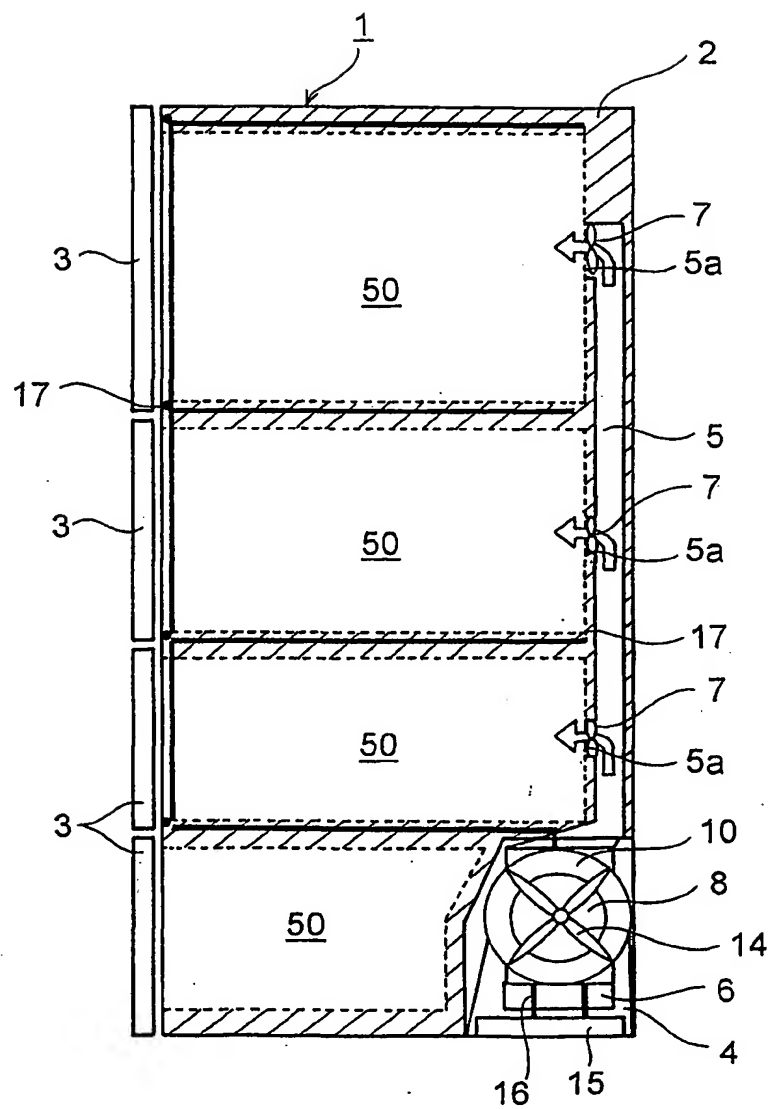
14. 請求項13に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記配管は、部分的に前記放熱部に接触している。

15. 請求項13に記載のスターリング冷蔵庫であって、前記ドレン水回収皿を密閉する蓋を設けた。

16. 請求項13～15のいずれかに記載のスターリング冷蔵庫であって、毛管機能を有するリブを前記ドレン水蒸発皿の底面に設けた。

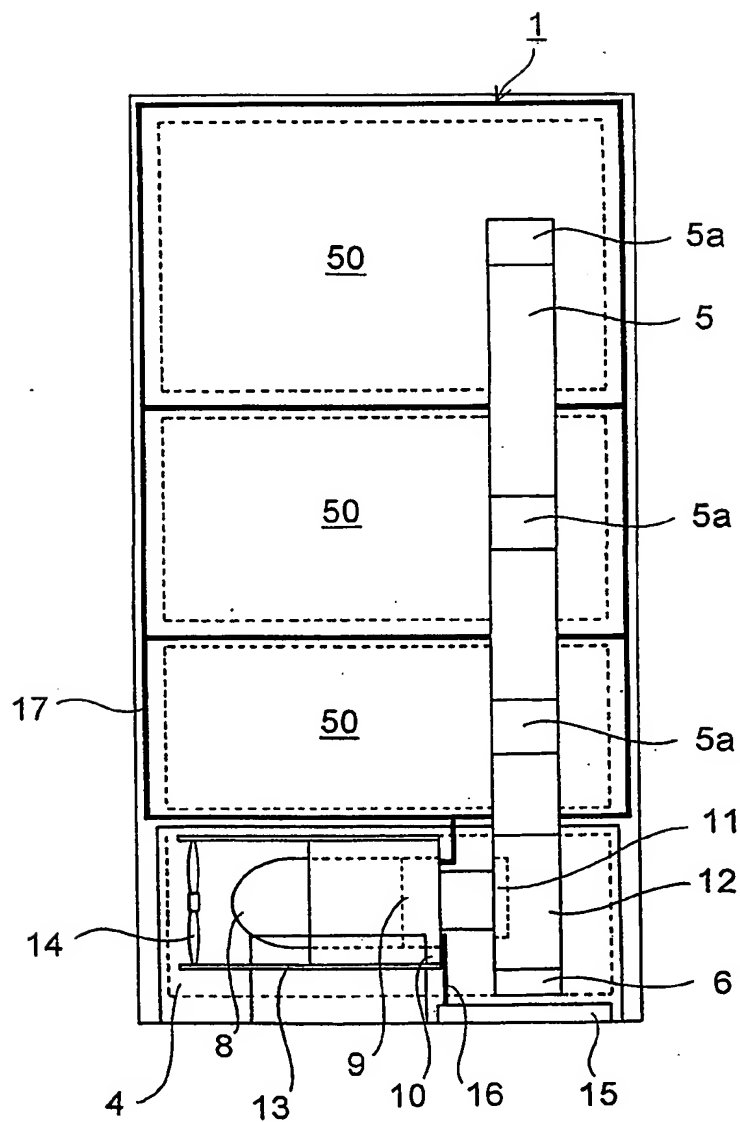
1/13

圖 1



2/13

図 2



3/13

図 3

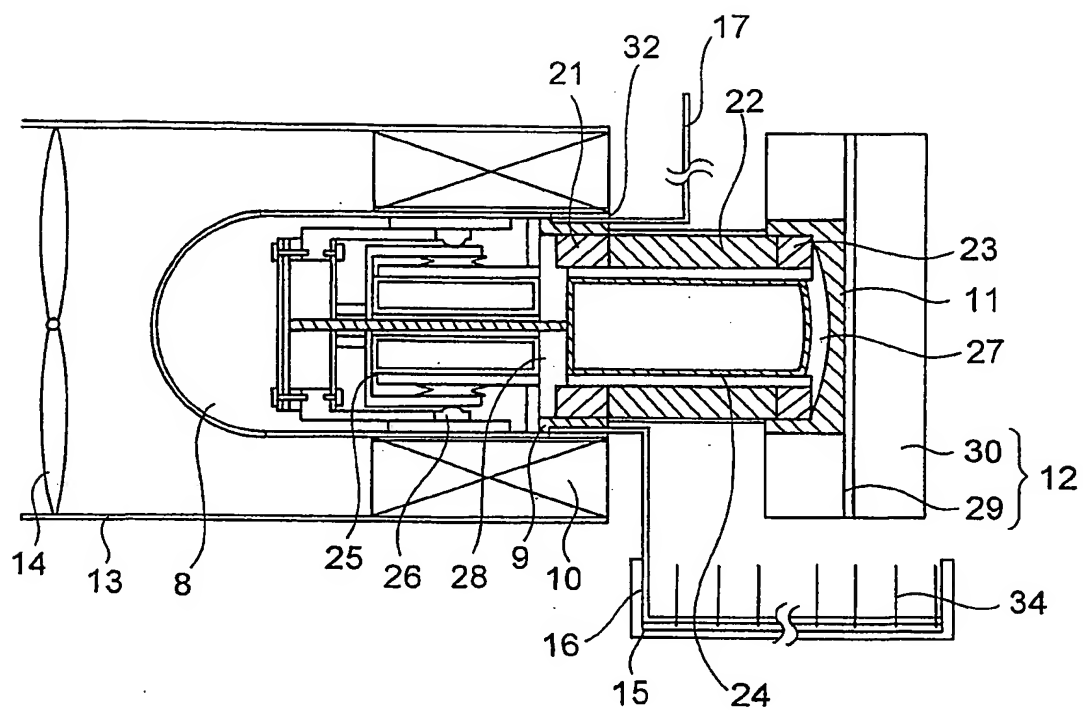
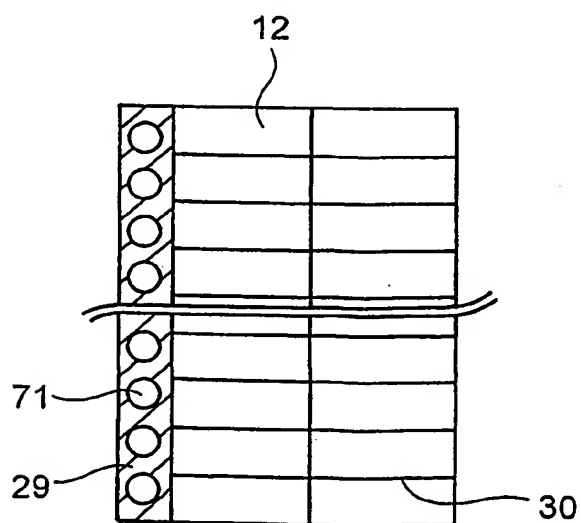


図 4



4/13

図 5 A

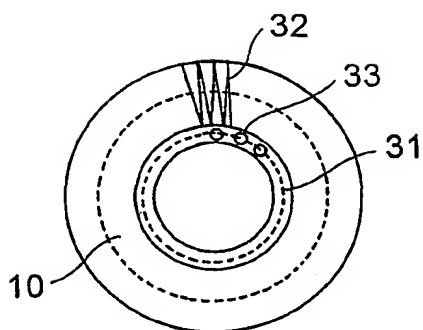


図 5 B

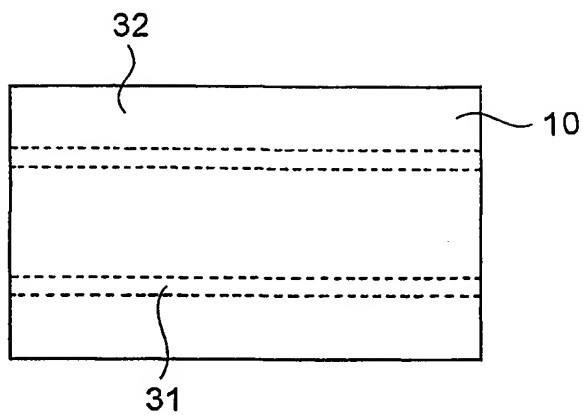
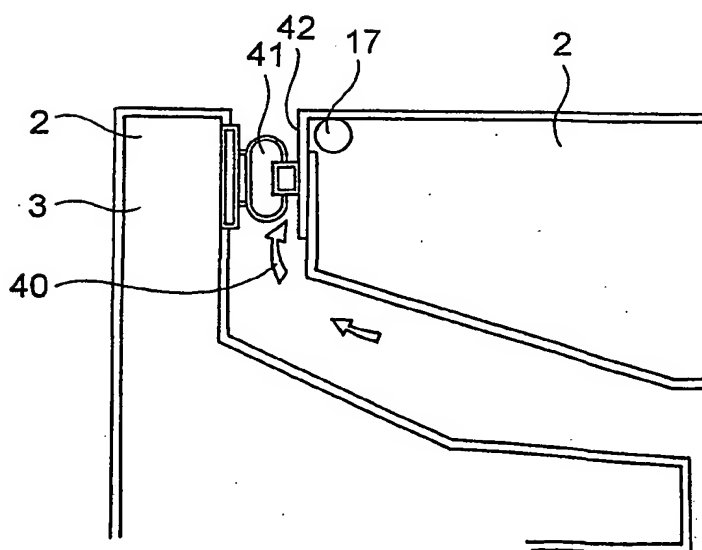


図 6



5/13

図 7

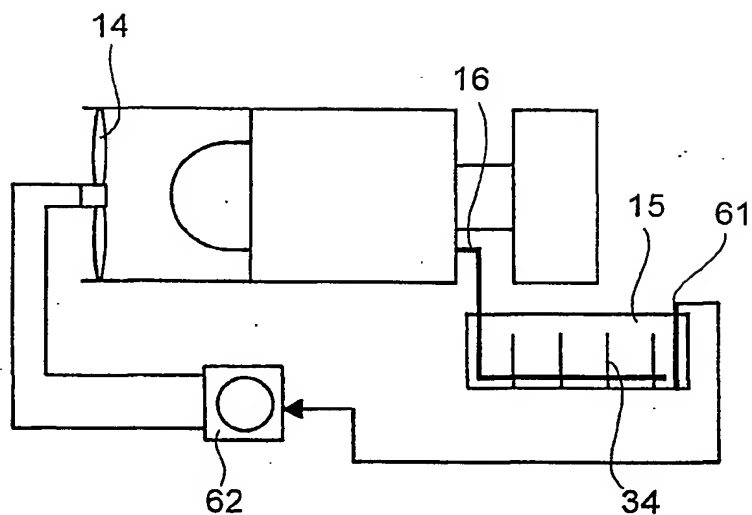
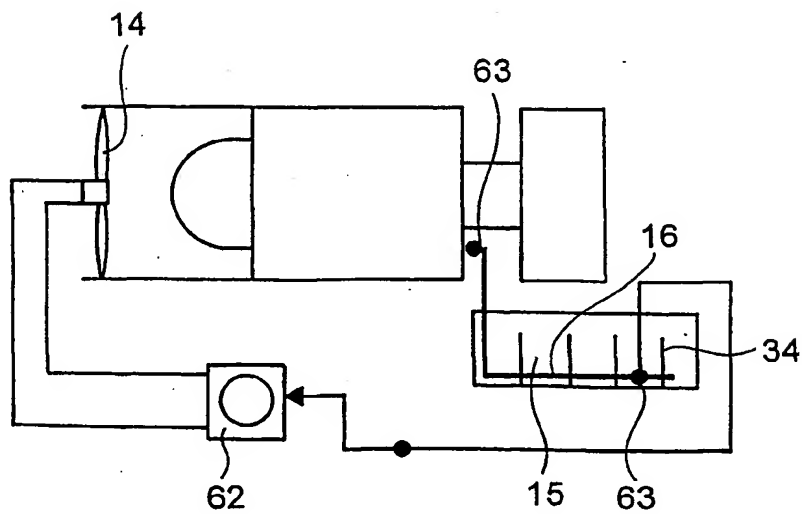


図 8



6/13

図 9 A

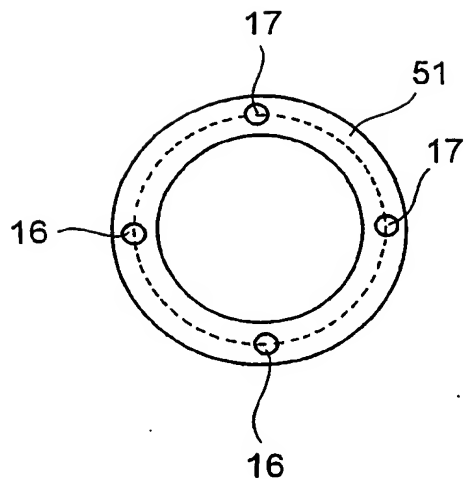
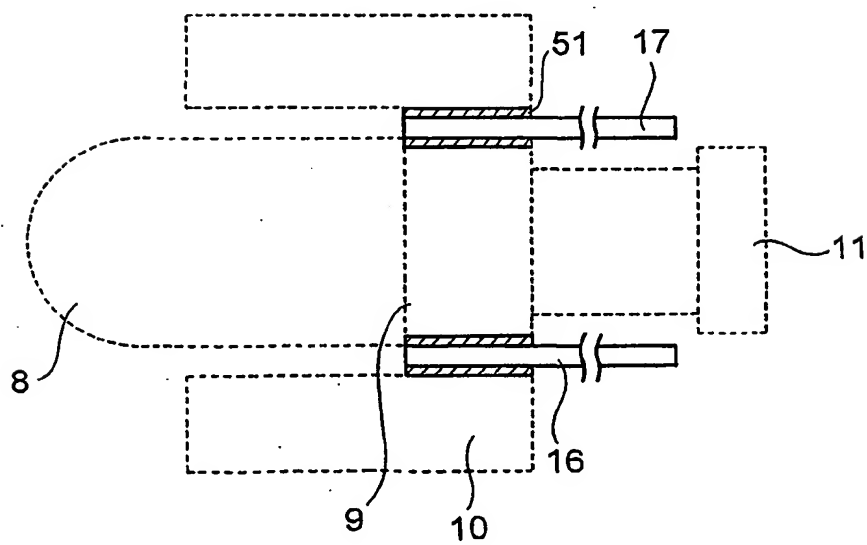


図 9 B





7/13

図 10

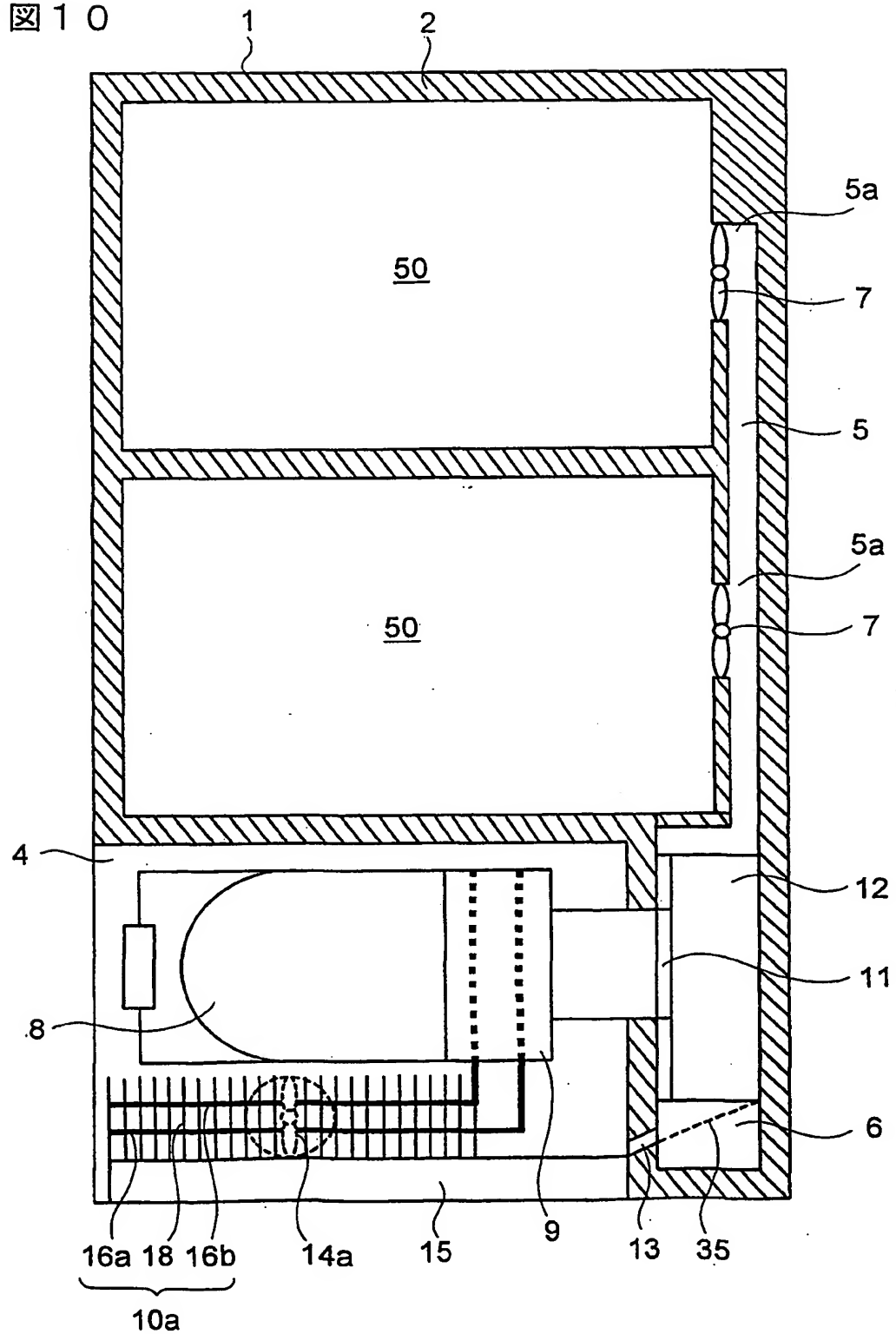
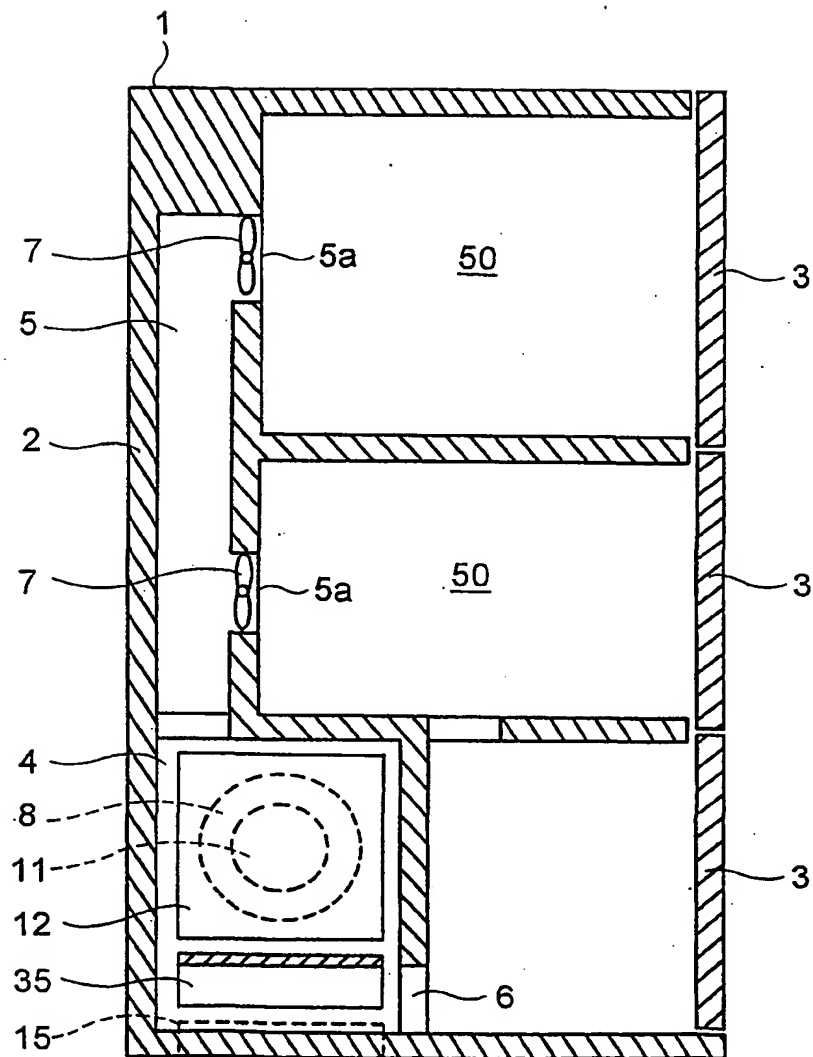
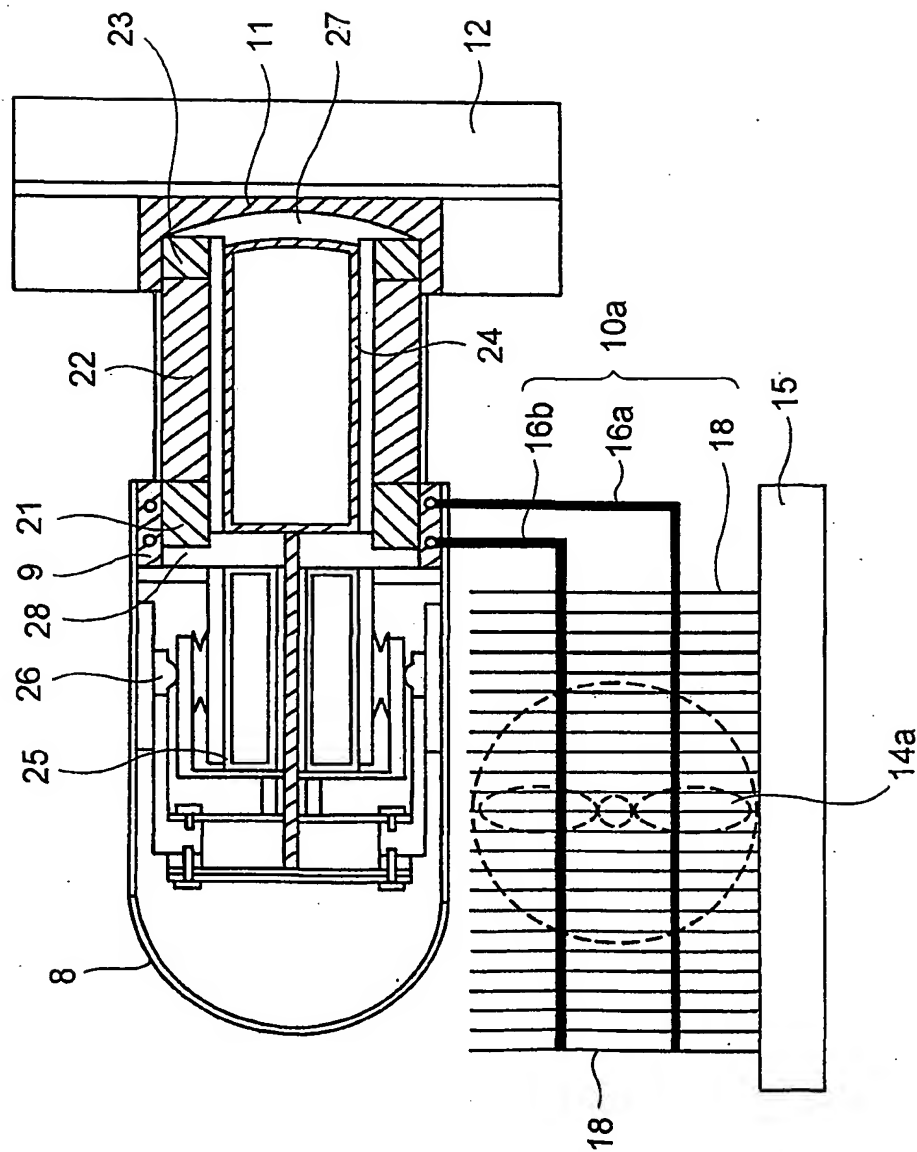


図 1 1



9/13

图 12



10/13

図 1 3

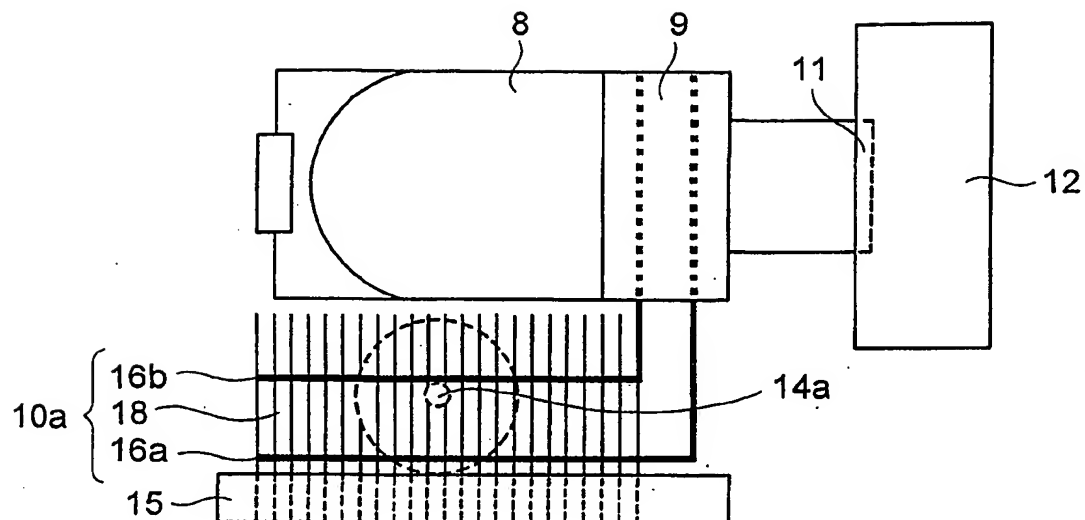
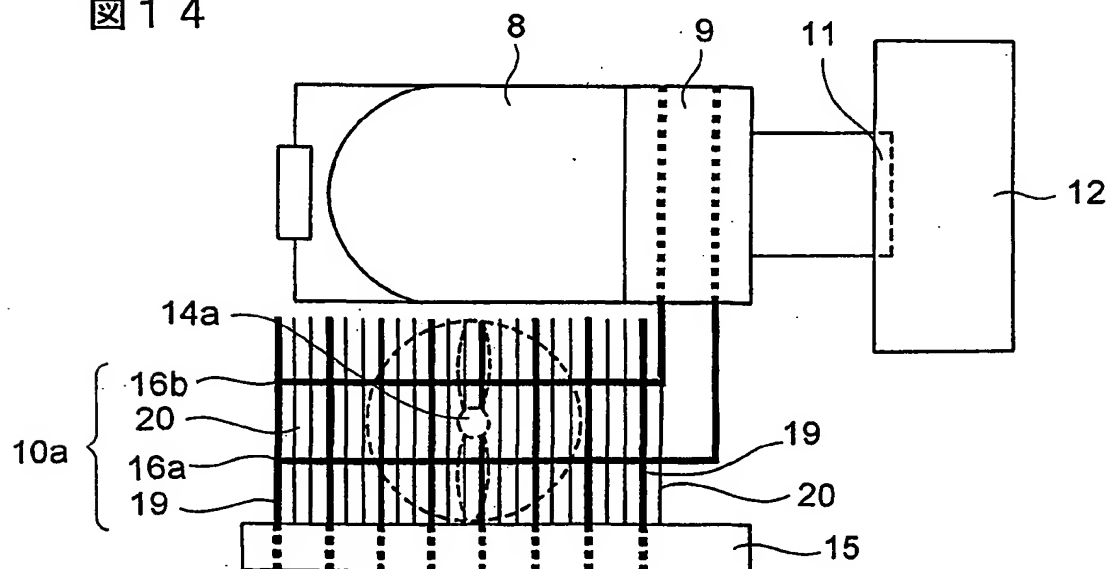
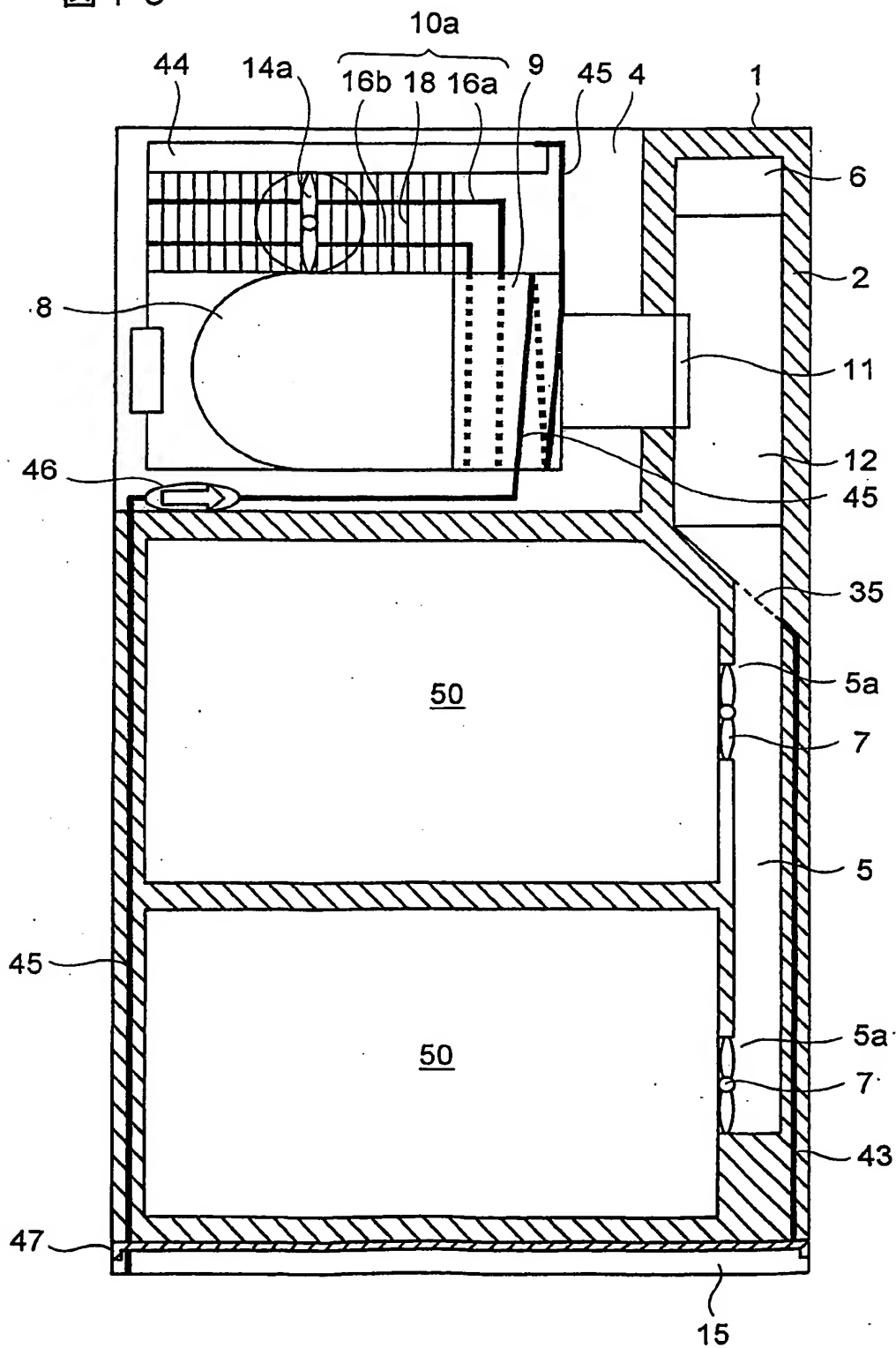


図 1 4



11/13

図 15





13/13

図 18

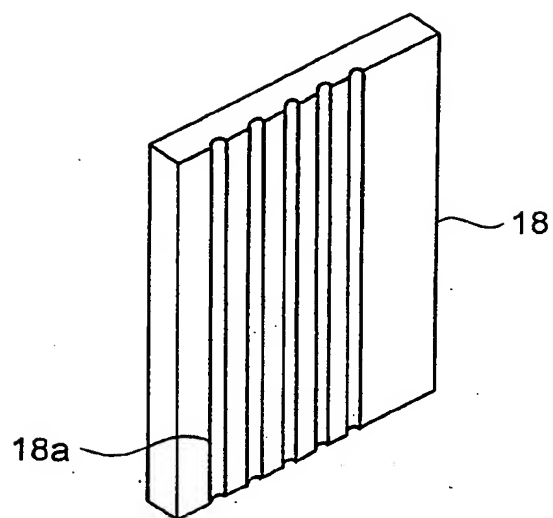
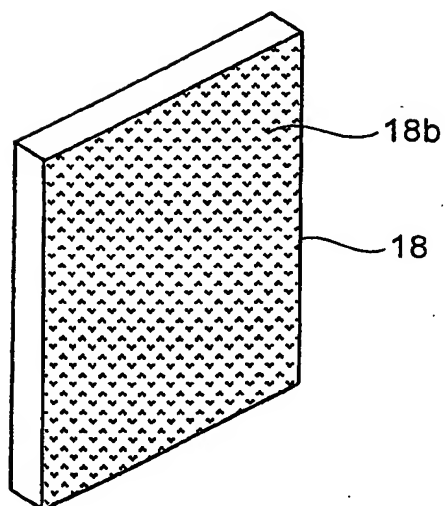


図 19



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> F25D11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> F25D11/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-205682 A (Sharp Corporation), 28 July, 2000 (28.07.00), Full text (Family: none)	1-16
Y	JP 8-145522 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 07 June, 1996 (07.06.96), Full text (Family: none)	2
Y	JP 7-35463 A (Matsushita Refrig. co., Ltd.), 07 February, 1995 (07.02.95), Full text (Family: none)	3-16
Y	JP 59-212633 A (Mitsubishi Electric Corporation), 01 December, 1984 (01.12.84), Full text (Family: none)	3-16
Y	JP 51-44351 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 15 April, 1976 (15.04.76), Full text (Family: none)	4-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 November, 2001 (06.11.01)		Date of mailing of the international search report 13 November, 2001 (13.11.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06993

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-332253 A (Toshiba Corporation), 15 December, 1998 (15.12.98), Full text (Family: none)	11
Y	JP 11-10010 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 19 January, 1999 (19.01.99), Full text (Family: none)	15
Y	JP 2000-205614 A (Toshiba Home Techno K.K.), 28 July, 2000 (28.07.00), Full text (Family: none)	16

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F25D11/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F25D11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-205682 A (シャープ株式会社), 28. 7月. 2000 (28. 07. 00), 全頁 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 8-145522 A (富士電機株式会社), 7. 6月. 1996 (07. 06. 96), 全頁 (ファミリーなし)	2
Y	JP 7-35463 A (松下冷機株式会社), 7. 2月. 1995 (07. 02. 95), 全頁 (ファミリーなし)	3-16
Y	JP 59-212633 A (三菱電機株式会社), 1. 12月. 1984 (01. 12. 84), 全頁 (ファミリーなし)	3-16
Y	JP 51-44351 A (東京芝浦電機株式会社), 15. 4月. 1976 (15. 04. 76), 全頁 (ファミリーなし)	4-6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 11. 01

国際調査報告の発送日

13.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一



3M

8610

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 10-332253 A (株式会社東芝), 15. 12月. 1998 (15. 12. 98), 全頁 (ファミリーなし)	11
Y	J P 11-10010 A (日本特殊陶業株式会社), 19. 1 月. 1999 (19. 01. 99), 全頁 (ファミリーなし)	15
Y	J P 2000-205614 A (東芝ホームテクノ株式会 社), 28. 7月. 2000 (28. 07. 00), 全頁 (ファミ リーなし)	16